

Compatibilidade de agrotóxicos utilizados no  
tratamento fitossanitário do tomateiro com  
*Trichogramma pretiosum*  
(Hym.: Trichogrammatidae)





***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Hortaliças  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

## **BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**

### **158**

Compatibilidade de agrotóxicos utilizados no  
tratamento fitossanitário do tomateiro com  
*Trichogramma pretiosum*  
(Hym.: Trichogrammatidae)

*Alexandre Pinho de Moura  
Jorge Anderson Guimarães  
Geraldo Andrade Carvalho*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

**Embrapa Hortaliças**

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9  
Caixa Postal 218  
Brasília-DF  
CEP 70.275-970  
Fone: (61) 3385.9000  
Fax: (61) 3556.5744  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)  
[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Hortaliças

Presidente  
*Jadir Borges Pinheiro*

Editora Técnica  
*Mariana Rodrigues Fontenelle*

Secretária  
*Gislaine Costa Neves*

Membros  
*Carlos Eduardo Pacheco Lima*  
*Raphael Augusto de Castro e Melo*  
*Ailton Reis*  
*Giovani Olegário da Silva*  
*Iriani Rodrigues Maldonade*  
*Alice Maria Quezado Duval*  
*Jairo Vidal Vieira*  
*Rita de Fátima Alves Luengo*

Supervisora Editorial  
*Caroline Pinheiro Reyes*

Normalização bibliográfica  
*Antônia Veras de Souza*

Tratamento das ilustrações  
*André L. Garcia*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*André L. Garcia*

Foto da capa  
*Alexandre Pinho de Moura*

1ª edição  
1ª impressão (2018): 1.000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Hortaliças

---

Moura, Alexandre Pinho de.

Compatibilidade de agrotóxicos utilizados no tratamento fitossanitário do  
tomateiro com *Trichogramma pretiosum* (Hym: Trichogrammatidae) / Alexandre  
Pinho de Moura, Jorge Anderson Guimarães, Geraldo Andrade Carvalho -  
Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2018.

24 p. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Hortaliças,  
ISSN 1677-2229 ; 158).

1. Praga. 2. *Solanum lycopersicum*. 3. Inseto para controle biológico.  
4. Resistência a produtos químicos. I. Guimarães, Jorge Anderson. II. Carvalho,  
Geraldo Andrade. III. Título. IV. Embrapa Hortaliças. V. Série.

CDD 632.7

## Sumário

Resumo .....	7
Abstract .....	8
Introdução.....	9
Material e Métodos .....	11
Resultados e Discussão .....	15
Conclusões.....	21
Referências .....	22



# Compatibilidade de agrotóxicos utilizados no tratamento fitossanitário do tomateiro com *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae)

Alexandre Pinho de Moura<sup>1</sup>

Jorge Anderson Guimarães<sup>2</sup>

Geraldo Andrade Carvalho<sup>3</sup>

**Resumo** – Neste estudo, objetivou-se avaliar a toxicidade de *Bacillus thuringiensis*, chlorantraniliprole, etofenprox, fenpropathrin, triflumuron, azoxystrobin, diphenconazole, tebuconazole, fluazifop-p-butil e metribuzin, sobre adultos e imaturos de *Trichogramma pretiosum* Riley, e sobre indivíduos da geração  $F_1$ . Nos bioensaios com adultos avaliaram-se a taxa de parasitismo e a porcentagem de emergência ( $F_1$ ), e nos bioensaios com imaturos os efeitos dos agrotóxicos sobre a emergência de parasitoides  $F_1$  e sobre sua capacidade de parasitismo. Todos os agrotóxicos testados reduziram a taxa de parasitismo de *T. pretiosum* (bioensaios com adultos). Quanto à emergência da geração  $F_1$ , apenas fluazifop-p-butil e metribuzin mostraram-se inofensivos ao parasitoide, no entanto, somente uma hora após o tratamento. Para os demais momentos de exposição, todos os compostos mostraram-se tóxicos. Nos bioensaios com imaturos, azoxystrobin e *B. thuringiensis* não afetaram a emergência de *T. pretiosum*. Diphenconazole, fenpropathrin, fluazifop-p-butil, metribuzin e tebuconazole reduziram sua porcentagem de emergência. Triflumuron mostrou-se mais tóxico quando aplicado sobre a fase de ovo-larva. Quanto à taxa de parasitismo ( $F_1$ ), verificou-se que diphenconazole, fenpropathrin, fluazifop-p-butil, metribuzin e tebuconazole não afetaram essa característica, independente da fase tratada. Azoxystrobin e chlorantraniliprole causaram redução intermediária em sua taxa de parasitismo. Etofenprox reduziu a quase zero a capacidade de parasitismo de indivíduos  $F_1$ .

**Termos para indexação:** Controle biológico, inimigo natural, manejo integrado de pragas, seletividade, *Solanum lycopersicum*.

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

<sup>2</sup> Biólogo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, professor titular da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

## Compatibility of pesticides used in tomato crops protection with *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae)

**Abstract** – This study aimed to evaluate the toxicity of *Bacillus thuringiensis*, chlorantraniliprole, etofenprox, fenpropathrin, triflumuron, azoxystrobin, diphenconazole, tebuconazole, fluazifop-p-butyl and metribuzin, on adults and immatures of *Trichogramma pretiosum* Riley, and on  $F_1$  parasitoids. For the bioassays with adults, the parasitism capacity and the  $F_1$  emergence success were evaluated; for the bioassays with immatures, the effects of the pesticides on the  $F_1$  emergence success and on its parasitism capacity were evaluated. All pesticides reduced the parasitism capacity of *T. pretiosum* (bioassays with adults). Regarding to the emergence success of  $F_1$  parasitoids, only fluazifop-p-butyl and metribuzin showed to be harmless, when host eggs were exposed to parasitism 1h after treatment. For the other exposition times, all pesticides showed to be toxic. In the bioassays with immature, azoxystrobin and *B. thuringiensis* did not affect the emergence of *T. pretiosum*. Diphenconazole, fenpropathrin, fluazifop-p-butyl, metribuzin, and tebuconazole reduced the emergence of the parasitoid. Triflumuron showed to be more toxic when applied on the egg-larvae stage. It was verified that diphenconazole, fenpropathrin, fluazifop-p-butyl, metribuzin, and tebuconazole did not affect the parasitism capacity, regardless the treated immature stage. Azoxystrobin and chlorantraniliprole caused intermediary reduction in the parasitism capacity of  $F_1$  parasitoids. Etofenprox reduced to almost zero the parasitism capacity of  $F_1$  parasitoids.

**Index terms:** Biological control, integrated pest management, natural enemy, selectivity, *Solanum lycopersicum*.



## Introdução

---

Parasitoides pertencentes ao gênero *Trichogramma* Westwood (Hym.: Trichogrammatidae) apresentam ampla distribuição geográfica e são considerados importantes agentes de controle biológico de diversas espécies de insetos-praga pelo mundo nas culturas do milho, da cana-de-açúcar, do arroz, da soja, do algodão, da maçã, em reflorestamentos e também em hortaliças, notadamente na cultura do tomateiro (Hassan et al., 1998).

No Brasil, 26 espécies de *Trichogramma* já foram relatadas (Querino; Zucchi, 2005; Zucchi et al., 2010), entre elas *Trichogramma pretiosum* Riley, espécie amplamente distribuída no território brasileiro, ocorrendo nos estados do Amazonas, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e no Distrito Federal (Querino; Zucchi, 2011).

A espécie *T. pretiosum* está associada a diversos hospedeiros no país, incluindo importantes lepidópteros-praga que atacam a cultura do tomateiro, como a traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) (Figura 1), as brocas grande e pequena, *Helicoverpa zea* Boddie (Lep.: Noctuidae) e *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lep.: Crambidae) (Haji et al., 1998), respectivamente, as espécies do complexo *Spodoptera* (Lep.: Noctuidae), além de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lep.: Noctuidae) (Czepak et al., 2013), considerados fatores limitantes à cultura e causadores de grandes prejuízos aos produtores.

Um dos grandes entraves, entretanto, na utilização desse parasitoide no controle de pragas do tomateiro deve-se ao fato da pulverização de grandes quantidades de agrotóxicos para o controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas na cultura. Outro fator limitante é a falta de informação sobre a ação tóxica de alguns agrotóxicos lançados mais recentemente no mercado e amplamente usados no controle de pragas da tomaticultura, aos agentes de controle biológico de pragas na cultura (Moura et al., 2004; 2005).



Fotos: Jorge Anderson Guimarães (A, C e D); Alexandre Pinho de Moura (B)

**Figura 1.** Traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta*. (A) adulto; (B) casal em cópula e ovos (setas vermelhas); (C) lagarta; (D) pupa.

Devido à importância de *T. pretiosum* para o controle de lepidópteros-praga na cultura do tomateiro (Figura 2), estudos que avaliem os impactos que agrotóxicos podem causar sobre esse parasitoide tornam-se importantes. Tais estudos visam oferecer informações que possam auxiliar no Manejo Integrado de Pragas (MIP), diminuir os impactos causados pelo uso excessivo desses agrotóxicos e orientar na conservação desse e de outros organismos benéficos no agroecossistema tomateiro. Visam, também, fornecer subsídios para a utilização conjunta dos dois métodos de controle, tanto o químico, quanto o biológico, notadamente no tomateiro, cultura hortícola de grande importância econômica no Brasil. A estimativa de produção de tomates no país para o ano de 2017 é de aproximadamente 3,96 milhões de toneladas, provenientes de uma área colhida de 59.882 hectares e produtividade média de aproximadamente 66 toneladas por hectare (Anuário Brasileiro de Hortaliças, 2017).



Foto: Alexandre Pinho de Moura

**Figura 2.** Cartela amarela utilizada na liberação de *Trichogramma pretiosum* e folíolos de tomateiro com minas causadas por *Tuta absoluta*.

Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a toxicidade de alguns agrotóxicos recomendados e utilizados para o controle de pragas (insetos, doenças e plantas daninhas) na cultura do tomateiro sobre adultos e imaturos de *T. pretiosum*, bem como sobre indivíduos das gerações subsequentes.

## Material e métodos

Esse trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia da Embrapa Hortaliças, utilizando-se parasitoides adquiridos junto a uma das empresas que comercializam agentes de controle biológico no país. Utilizaram-se parasitoides recém-emergidos, com até 12 horas de idade, todos pertencentes à mesma geração. Avaliaram-se os seguintes agrotóxicos (g i.a. L<sup>-1</sup> de água):

*Bacillus thuringiensis* (Dipel® SC – 0,05), chlorantraniliprole (Premio® 200 SC – 0,04), etofenprox (Safety® 300 EC – 0,18), fenpropathrin (Danimen® 300 EC – 0,45), triflumuron (Certero® 480 SC – 0,144), azoxystrobin (Amistar® 500 WG – 0,15), diphenconazole (Score® – 0,125), tebuconazole (Folicur® 200 EC – 0,2), fluazifop-p-butil (Fusilade® 250 EW – 2,5) e metribuzin (Sencor® 480 SC – 2,4), os quais foram aplicados em suas maiores dosagens recomendadas pelos fabricantes para o tratamento fitossanitário do tomateiro.

### **Bioensaio com adultos de *T. pretiosum***

Utilizaram-se os mesmos materiais e procedimentos descritos por Moura et al. (2004), com algumas modificações. Trinta fêmeas do parasitoide, por tratamento, foram individualizadas em tubos de vidro (8,0 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) e alimentadas com mel, sendo os tubos fechados com filme plástico de polietileno. Cerca de 250 ovos da traça-da-farinha, *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep.: Pyralidae), foram aderidos em cartelas de cartolina azul (5,0 cm de comprimento x 0,5 cm de largura), inviabilizados sob lâmpada germicida, tratados por imersão nas caldas químicas ou em água destilada (controle) (Figura 3) por cinco segundos e, posteriormente, oferecidos às fêmeas, 1 hora, 24 horas e 48 horas após o tratamento, por um período de 48 horas. Findo esse período as fêmeas foram mortas e as cartelas mantidas sob condições controladas a  $25\pm1^{\circ}\text{C}$ , UR de  $60\pm10\%$  e 12 horas de fotofase, em câmara climatizada (Figura 4), até a emergência de indivíduos da geração  $F_1$ .

Cada tratamento foi composto de dez repetições e a parcela experimental foi constituída por 3 cartelas contendo ovos do hospedeiro tratados. Avaliaram-se a taxa de parasitismo ( $n^{\circ}$  de ovos parasitados/fêmea/48 horas) e a porcentagem de emergência da geração  $F_1$  [ $(n^{\circ}$  de ovos com orifício de saída do parasitoide/ $n^{\circ}$  total de ovos parasitados) x 100].

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 11 (3 épocas de oferta x 11 tratamentos; dez agrotóxicos + controle). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de agrupamento de Scott e Knott ( $P \geq 0,05$ ) (Scott; Knott, 1974).

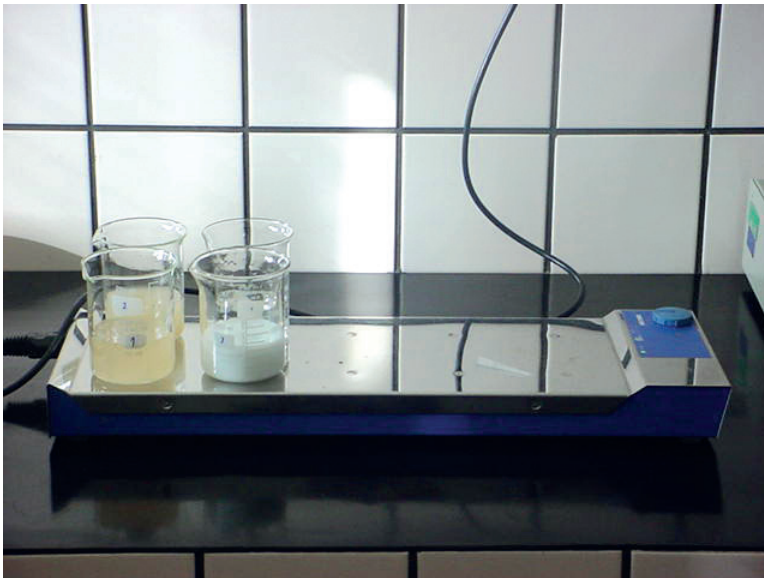


Foto: Alexandre Pinho de Moura

**Figura 3.** Agitador magnético multiposição com béqueres de vidro contendo diferentes caldas químicas ou água destilada.



Foto: Alexandre Pinho de Moura

**Figura 4.** Câmara climatizada.



### Bioensaio com imaturos de *T. pretiosum*

Nesses bioensaios foi utilizada a mesma metodologia descrita em Moura et al. (2005), com poucas modificações. Neste caso, trinta fêmeas do parasitoide, por tratamento, foram individualizadas em tubos de vidro (8,0 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) e alimentadas com mel, sendo os tubos fechados com filme plástico de polietileno. Cerca de 250 ovos de *A. kuehniella* foram aderidos em cartelas de cartolina azul (5,0 cm de comprimento x 0,5 cm de largura), inviabilizados sob lâmpada germicida e ofertados às fêmeas do parasitoide. Decorridas 48 horas, essas fêmeas foram descartadas e as cartelas contendo os ovos supostamente parasitados foram mantidas em câmaras climatizadas a  $25\pm1^{\circ}\text{C}$ , UR de  $60\pm10\%$  e 12 horas de fotofase, até os parasitoides atingirem cada estágio de desenvolvimento necessário para a realização dos bioensaios.

Utilizaram-se, portanto, trinta cartelas contendo ovos de *A. kuehniella* supostamente parasitados por tratamento, contendo o parasitoide no período de ovo-larva ou nas fases de pré-pupa ou pupa (0-48 h, 72-120 h, 168-216 h, respectivamente), em um total de 330 cartelas para cada estágio de desenvolvimento, as quais foram tratadas por imersão nas caldas químicas ou em água destilada (controle) por cinco segundos e, em seguida, colocadas em novos tubos de vidro. Em seguida, os tubos foram mantidos sob condições controladas, conforme descrito anteriormente.

Cada tratamento foi composto de dez repetições e cada parcela experimental foi constituída por 3 cartelas com ovos de *A. kuehniella* contendo o parasitoide em suas diferentes fases imaturas, totalizando 30 cartelas por tratamento.

Avaliaram-se, ainda, os efeitos dos agrotóxicos testados sobre adultos recém-emergidos dos ovos tratados durante os diferentes estágios imaturos do parasitoide. Para tanto, vinte fêmeas da geração  $F_1$ , por tratamento, foram individualizadas em tubos de vidro e alimentadas com gotículas de mel depositadas nas paredes dos recipientes. Em seguida os tubos foram fechados com filme de polietileno.

A essas fêmeas foram ofertados cerca de 250 ovos de *A. kuehniella* não tratados, previamente aderidos a cartelas de cartolina azul e inviabilizados sob lâmpada germicida. O período de parasitismo foi de 48 horas, findo o qual

as fêmeas foram descartadas e as cartelas contendo os ovos supostamente parasitados foram mantidas sob condições controladas, conforme descrito anteriormente, até o completo desenvolvimento do parasitoide e emergência da geração  $F_2$ . Cada tratamento foi composto por dez repetições e cada parcela foi formada por duas cartelas contendo ovos do hospedeiro.

Avaliaram-se nesse bioensaio a porcentagem de emergência da geração  $F_1$  e a taxa de parasitismo de fêmeas da geração  $F_1$ .

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial  $3 \times 11$  (3 períodos de desenvolvimento  $\times$  11 tratamentos; dez agrotóxicos + controle). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de agrupamento de Scott e Knott ( $P \geq 0,05$ ) (Scott; Knott, 1974).

Em razão da redução na taxa de parasitismo e na porcentagem de emergência, em relação ao tratamento controle, os agrotóxicos avaliados foram enquadrados em classes toxicológicas, conforme escala proposta por membros da “International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC)” (Hassan et al., 1994; Sterk et al., 1999; van de Veire et al., 2002), da seguinte forma: 1 = inócuo (redução  $< 30\%$ ), 2 = levemente prejudicial ( $30\% \leq \text{redução} \leq 80\%$ ), 3 = moderadamente prejudicial ( $80\% < \text{redução} \leq 99\%$ ) e 4 = prejudicial (redução  $> 99\%$ ). A porcentagem média de redução da capacidade benéfica do parasitoide (parasitismo e emergência) foi obtida por meio da seguinte equação:  $\% \text{ redução} = 100 - [(méd\text{ia geral do agrotóxico} / méd\text{ia geral do controle}) \times 100]$ .

## Resultados e discussão

---

### Bioensaio com adultos de *T. pretiosum*

Todos os agrotóxicos testados afetaram negativamente a taxa de parasitismo de *T. pretiosum*, quando os ovos do hospedeiro tratados foram ofertados às fêmeas do parasitoide, independentemente do momento de oferta. Azoxystrobin e diphenconazole foram classificados como levemente prejudiciais (classe 2), enquanto os demais compostos foram classificados como moderadamente prejudiciais (classe 3) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Taxa de parasitismo ( $\pm$  erro-padrão) de *Trichogramma pretiosum* (geração maternal), quando exposto a ovos de *Anagasta kuehniella* contaminados, 1 hora, 24 horas e 48 horas após a aplicação dos tratamentos, via imersão. Embrapa Hortaliças 2017<sup>(1)</sup>.

Tratamento	Tempo após o tratamento			Redução (%) <sup>(2)</sup>	Classe <sup>(3)</sup>
	1 hora	24 horas	48 horas		
Controle	19,6 $\pm$ 1,43 Aa	20,7 $\pm$ 0,97 Aa	18,3 $\pm$ 1,24 Aa	-	-
Inseticida – Inseticida / acaricida					
<i>Bacillus thuringiensis</i>	3,5 $\pm$ 1,06 Ea	2,1 $\pm$ 0,25 Ba	2,3 $\pm$ 0,28 Ba	86,7	3
Chlorantranilprole	3,2 $\pm$ 0,20 Ea	1,1 $\pm$ 0,11 Cb	1,0 $\pm$ 0,19 Cb	90,2	3
Etofenprox	3,2 $\pm$ 0,20 Ea	1,0 $\pm$ 0,19 Cb	1,4 $\pm$ 0,17 Cb	90,2	3
Fenpropathrin	1,1 $\pm$ 0,11 Fa	0,8 $\pm$ 0,15 Ca	0,3 $\pm$ 0,05 Da	96,4	3
Triflumuron	4,0 $\pm$ 0,71 Ea	0,8 $\pm$ 0,15 Cb	0,5 $\pm$ 0,07 Db	90,8	3
Fungicida					
Azoxystrobin	12,7 $\pm$ 1,62 Ba	1,3 $\pm$ 0,24 Cb	1,3 $\pm$ 0,24 Cb	73,8	2
Diphenconazole	3,9 $\pm$ 0,55 Ea	1,2 $\pm$ 0,13 Cb	1,0 $\pm$ 0,19 Cb	78,9	2
Tebuconazole	2,7 $\pm$ 0,34 Ea	0,6 $\pm$ 0,12 Cb	0,4 $\pm$ 0,09 Db	93,8	3
Herbicida					
Fluazifop-p-butil	7,6 $\pm$ 1,00 Ca	2,1 $\pm$ 0,25 Bb	1,2 $\pm$ 0,13 Cb	81,5	3
Metribuzin	5,5 $\pm$ 0,69 Da	0,8 $\pm$ 0,15 Cb	0,6 $\pm$ 0,12 Db	88,2	3

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \geq 0,05$ ) (Scott; Knott, 1974); <sup>(2)</sup>Porcentagem de redução na taxa de parasitismo, em comparação ao tratamento controle; <sup>(3)</sup>Classe de toxicidade recomendada por membros da IOBC (Hassan et al., 1994; Sterk et al., 1999; van de Veire et al., 2002).

Os efeitos negativos de alguns compostos sobre adultos de *T. pretiosum* já eram esperados, como a fenpropathrin, que pertence ao grupo químico dos piretroides e atua no sistema nervoso central dos insetos. No entanto, também há relatos de efeitos de repelência de alguns piretroides, como a lambda-cyhalothrin, sobre essa espécie de *Trichogramma* (Carvalho et al., 1999), o que também pode ter causado as baixas taxas de parasitismo observadas.

Pazini et al. (2016) também constataram redução significativa (72,3% a 77,7%) no parasitismo de *T. pretiosum* quando exposto a resíduos frescos do fungicida tebuconazole e classificaram o produto como levemente prejudicial (classe 2).

Para os demais agrotóxicos avaliados, acredita-se que essa redução nas taxas de parasitismo esteja mais fortemente relacionada ao efeito residual desses compostos, atuando na redução de sua longevidade e, conseqüentemente, de sua capacidade de parasitismo.



Em relação à emergência de indivíduos da geração  $F_1$ , apenas os herbicidas fluazifop-p-butil e metribuzin não afetaram essa característica biológica do parasitoide, mas somente quando as fêmeas da geração maternal mantiveram contato com os ovos tratados com esses compostos, uma hora após o tratamento. Para os demais momentos de oferta dos ovos tratados, todos os compostos reduziram a porcentagem de emergência da geração  $F_1$  de *T. pretiosum* (Tabela 2).

**Tabela 2.** Porcentagem de emergência ( $\pm$  erro-padrão) de *Trichogramma pretiosum* (geração  $F_1$ ) provenientes de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados e expostos ao parasitismo, 1 hora, 24 horas e 48 horas após a aplicação dos tratamentos, via imersão. Embrapa Hortaliças 2017<sup>(1)</sup>.

Tratamento	Tempo após o tratamento			Redução (%) <sup>(2)</sup>	Classe <sup>(3)</sup>
	1 hora	24 horas	48 horas		
Controle	90,3 $\pm$ 1,70 Aa	89,4 $\pm$ 1,73 Aa	88,4 $\pm$ 2,23 Aa	-	-
Inseticida – Inseticida / acaricida					
<i>Bacillus thuringiensis</i>	13,5 $\pm$ 7,66 Cb	48,0 $\pm$ 7,48 Ba	53,3 $\pm$ 5,86 Ba	57,1	2
Chlorantraniliprole	28,8 $\pm$ 6,08 Ca	20,0 $\pm$ 7,38 Ca	20,8 $\pm$ 7,98 Ca	74,0	2
Etofenprox	15,8 $\pm$ 5,33 Ca	5,0 $\pm$ 5,00 Da	20,0 $\pm$ 7,38 Ca	84,8	3
Fenpropathrin	15,0 $\pm$ 7,64 Ca	3,3 $\pm$ 3,33 Da	8,3 $\pm$ 5,70 Ca	90,0	3
Triflumuron	29,5 $\pm$ 10,16 Ca	3,3 $\pm$ 3,33 Db	6,7 $\pm$ 3,44 Cb	85,2	3
Fungicida					
Azoxystrobin	62,2 $\pm$ 6,04 Ba	15,0 $\pm$ 7,64 Cb	25,0 $\pm$ 7,56 Cb	61,8	2
Diphenconazole	46,9 $\pm$ 11,93 Ba	25,0 $\pm$ 7,56 Ca	29,2 $\pm$ 8,72 Ca	62,3	2
Tebuconazole	11,7 $\pm$ 4,84 Ca	3,3 $\pm$ 3,33 Da	10,0 $\pm$ 5,09 Ca	90,7	3
Herbicida					
Fluazifop-p-butil	79,3 $\pm$ 3,96 Aa	36,7 $\pm$ 10,20 Bb	21,7 $\pm$ 6,11 Cb	48,6	2
Metribuzin	76,3 $\pm$ 5,80 Aa	5,0 $\pm$ 5,00 Db	20,0 $\pm$ 7,38 Cb	62,2	2

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \geq 0,05$ ) (Scott; Knott, 1974); <sup>(2)</sup>Porcentagem de redução na emergência, em comparação ao tratamento controle; <sup>(3)</sup>Classe de toxicidade recomendada por membros da IOBC (Hassan et al., 1994; Sterk et al., 1999; van de Veire et al., 2002).

Acredita-se que a inocuidade dos herbicidas fluazifop-p-butil e metribuzin, mas apenas para fêmeas que mantiveram contato com ovos contaminados, uma hora após o tratamento, esteja associada à menor velocidade de penetração desses compostos através do córion dos ovos hospedeiros.

Por outro lado, redução na emergência do parasitoide causada pelos agrotóxicos avaliados ocorreu, provavelmente, pela ingestão de seus resíduos quando da abertura do orifício de emergência, conforme também observado por Cònsoli et al. (2001), ou mesmo ainda dentro do ovo hospedeiro, devido à capacidade de alguns produtos atravessarem o córion, como também discutido por Guifen e Hirai (1997) e Schuld e Schmuck (2000).

Considerando-se a classificação atribuída aos compostos testados, azoxystrobin, *B. thuringiensis*, chlorantraniliprole, diphenconazole, fluazifop-p-butil e metribuzin mostraram-se levemente prejudiciais ao parasitoide (classe 2), enquanto etofenprox, fenpropathrin, tebuconazole e triflumuron foram considerados moderadamente prejudiciais (classe 3) (Tabela 2).

### **Bioensaio com imaturos de *T. pretiosum***

Azoxystrobin e *B. thuringiensis* não afetaram a emergência de *T. pretiosum*, independentemente da fase de desenvolvimento do parasitoide tratada e foram classificados como inócuos (classe 1). Diphenconazole, fenpropathrin, fluazifop-p-butil, metribuzin e tebuconazole reduziram significativamente a porcentagem de emergência do parasitoide em todas as fases testadas, mas também foram considerados inócuos, uma vez que a redução causada foi inferior a 30%, quando comparado ao tratamento controle. Triflumuron mostrou-se mais tóxico quando aplicado sobre ovos do hospedeiro contendo o parasitoide no período de ovo-larva, porém foi considerado inócuo a *T. pretiosum* (Classe 1). Chlorantraniliprole e etofenprox foram considerados levemente prejudiciais (classe 2) (Tabela 3).

A redução na emergência causada pelo triflumuron (grupo químico das benzoiluréias), principalmente quando aplicado sobre ovos do hospedeiro contendo o período de ovo-larva do parasitoide se deve, provavelmente, ao modo de ação desse composto, que atua como regulador de crescimento dos insetos. Uma vez que a fase de larva do parasitoide é a mais ativa, em que o inseto apresenta maior mobilidade e se alimenta do conteúdo vitelínico do ovo hospedeiro, essa fase está mais propensa a sofrer os efeitos desse tipo de composto.

Já em relação à capacidade de parasitismo de fêmeas emergidas de ovos tratados durante as diferentes fases de desenvolvimento do parasitoide,

**Tabela 3.** Porcentagem de emergência ( $\pm$  erro-padrão) de *Trichogramma pretiosum* (F<sub>1</sub>) proveniente de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados via imersão, contendo o parasitoide em suas diferentes fases imaturas. Embrapa Hortaliças 2017<sup>(1)</sup>.

Tratamento	Fase de desenvolvimento			Redução (%) <sup>(2)</sup>	Classe <sup>(3)</sup>
	Ovo-larva	Pré-pupa	Pupa		
Controle	96,7 $\pm$ 1,38 Aa	92,4 $\pm$ 1,65 Aa	93,5 $\pm$ 1,71 Aa	-	-
Inseticida – Inseticida / acaricida					
<i>Bacillus thuringiensis</i>	92,2 $\pm$ 0,58 Aa	94,7 $\pm$ 0,79 Aa	92,6 $\pm$ 1,38 Aa	1,1	1
Chlorantraniliprole	66,1 $\pm$ 2,65 Ca	55,2 $\pm$ 3,96 Cb	55,4 $\pm$ 3,43 Cb	37,5	2
Etofenprox	39,7 $\pm$ 4,66 Da	15,4 $\pm$ 3,29 Db	2,7 $\pm$ 1,35 Dc	79,5	2
Fenpropathrin	87,8 $\pm$ 1,54 Ba	83,4 $\pm$ 5,36 Ba	76,5 $\pm$ 7,15 Ba	12,3	1
Triflumuron	67,5 $\pm$ 1,33 Cb	81,4 $\pm$ 3,33 Ba	84,3 $\pm$ 3,11 Ba	17,5	1
Fungicida					
Azoxystrobin	92,4 $\pm$ 1,65 Aa	89,5 $\pm$ 2,16 Aa	83,5 $\pm$ 1,52 Aa	6,1	1
Diphenconazole	84,1 $\pm$ 1,74 Ba	83,5 $\pm$ 1,52 Ba	81,4 $\pm$ 2,16 Ba	11,9	1
Tebuconazole	79,2 $\pm$ 2,83 Ba	73,9 $\pm$ 2,70 Ba	75,2 $\pm$ 1,41 Ba	19,2	1
Herbicida					
Fluazifop-p-butil	78,5 $\pm$ 3,77 Ba	79,1 $\pm$ 6,79 Ba	74,1 $\pm$ 2,60 Ba	18,0	1
Metribuzin	86,9 $\pm$ 2,22 Ba	86,0 $\pm$ 3,33 Ba	85,1 $\pm$ 4,97 Ba	8,7	1

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \geq 0,05$ ) (Scott; Knott, 1974); <sup>(2)</sup>Porcentagem de redução na emergência, em comparação ao tratamento controle; <sup>(3)</sup>Classe de toxicidade recomendada por membros da IOBC (HASSAN et al., 1994; Sterk et al., 1999; van de Veire et al., 2002).

verificou-se que diphenconazole, fenpropathrin, fluazifop-p-butil, metribuzin e tebuconazole não causaram efeito negativo sobre esta característica biológica, sendo classificados como inócuos (classe 1) ao parasitoide. Por outro lado, *B. thuringiensis* e triflumuron causaram reduções na taxa de parasitismo dessas fêmeas, mas apenas durante o período de ovo-larva e a fase de pré-pupa, respectivamente, mas também foram considerados inócuos a essa espécie, uma vez que a redução causada foi inferior a 30%, quando comparado ao tratamento controle (Tabela 4).

Azoxystrobin e chlorantraniliprole, por sua vez, afetaram a capacidade de parasitismo de fêmeas da geração F<sub>1</sub> em todas as fases de desenvolvimento do parasitoide tratadas e foram classificados como levemente prejudiciais (classe 2) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Taxa de parasitismo ( $\pm$  erro-padrão) de *Trichogramma pretiosum* (F<sub>1</sub>) proveniente de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados via imersão, contendo o parasitoide em suas diferentes fases imaturas. Embrapa Hortaliças 2017<sup>(1)</sup>.

Tratamento	Fase de desenvolvimento			Redução (%) <sup>(2)</sup>	Classe <sup>(3)</sup>
	Ovo-larva	Pré-pupa	Pupa		
Controle	24,9 $\pm$ 1,43 Aa	22,7 $\pm$ 0,97 Aa	23,6 $\pm$ 1,24 Aa	-	-
Inseticida – Inseticida / acaricida					
<i>Bacillus thuringiensis</i>	11,5 $\pm$ 1,66 Bb	19,7 $\pm$ 1,52 Aa	22,8 $\pm$ 2,34 Aa	24,1	1
Chlorantraniliprole	12,6 $\pm$ 1,34 Ba	10,7 $\pm$ 3,22 Ba	8,7 $\pm$ 1,44 Bb	54,9	2
Etofenprox	1,7 $\pm$ 0,31 Ca	1,2 $\pm$ 0,15 Ca	0,2 $\pm$ 0,15 Cb	95,8	3
Fenpropathrin	19,3 $\pm$ 1,43 Aa	17,3 $\pm$ 2,54 Aa	18,1 $\pm$ 3,57 Aa	23,2	1
Triflumuron	22,2 $\pm$ 1,88 Aa	15,6 $\pm$ 2,33 Bb	21,2 $\pm$ 2,97 Aa	16,9	1
Fungicida					
Azoxystrobin	8,7 $\pm$ 3,67 Ba	9,8 $\pm$ 0,54 Ba	8,1 $\pm$ 0,83 Ba	62,4	2
Diphenconazole	19,7 $\pm$ 3,67 Aa	20,3 $\pm$ 1,54 Aa	17,6 $\pm$ 2,33 Aa	19,0	1
Tebuconazole	24,7 $\pm$ 5,40 Aa	22,8 $\pm$ 3,23 Aa	21,7 $\pm$ 1,41 Aa	2,5	1
Herbicida					
Fluazifop-p-butil	25,0 $\pm$ 1,93 Aa	22,6 $\pm$ 3,71 Aa	21,0 $\pm$ 1,24 Aa	3,4	1
Metribuzin	21,3 $\pm$ 3,88 Aa	23,9 $\pm$ 2,21 Aa	20,6 $\pm$ 1,21 Aa	7,6	1

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \geq 0,05$ ) (Scott; Knott, 1974); <sup>(2)</sup>Porcentagem de redução na taxa de parasitismo, em comparação ao tratamento controle; <sup>(3)</sup>Classe de toxicidade recomendada por membros da IOBC (Hassan et al., 1994; Sterk et al., 1999; van de Veire et al., 2002).

As reduções causadas por azoxystrobin e chlorantraniliprole à capacidade de parasitismo de fêmeas da geração F<sub>1</sub> de *T. pretiosum* nesse estudo podem estar associadas a seus respectivos modos de ação. O herbicida azoxystrobin, por exemplo, atua na respiração mitocondrial, impedindo que o organismo exposto a esse composto produza energia (ATP; adenosina trifosfato), causando-lhe a morte por inanição. Já o chlorantraniliprole é considerado um modulador dos receptores de rianodina e atua na liberação irregular dos estoques de cálcio nas células, o que ocasiona uma contração irregular das células musculares dos insetos, causando a cessação da alimentação, letargia, paralisia e culminando com a morte (Cordova et al., 2006).

Etofenprox foi o composto mais prejudicial a essa população de *T. pretiosum*, tendo reduzido a capacidade de parasitismo dessas fêmeas em todas as fases de desenvolvimento tratadas, sendo considerado moderadamente prejudicial (classe 3) (Tabela 4).

As alterações observadas na taxa de parasitismo, causadas pelo etofenprox, por exemplo, podem também ser resultantes do que Croft (1990) denominou de efeitos latentes, que se expressam no estágio de vida do organismo, subsequente àquele inicialmente exposto ao agrotóxico. No entanto, as bases fisiológicas de tais efeitos ainda não foram bem esclarecidas.

## Conclusões

---

1) Nos bioensaios com adultos de *T. pretiosum*, todos os compostos avaliados afetam negativamente a taxa de parasitismo de fêmeas da geração maternal, independente do momento em que as fêmeas mantiverem contato com ovos tratados;

2) Apenas fluazifop-p-butil e metribuzin não reduzem a porcentagem de emergência da geração  $F_1$  do parasitoide, porém apenas quando ovos do hospedeiro tratados são expostos ao parasitismo uma hora após o tratamento;

3) Nos bioensaios com imaturos de *T. pretiosum*, apenas azoxystrobin e *B. thuringiensis* não reduzem a porcentagem de emergência desse parasitoide, independente da fase imatura tratada;

4) Diphenconazole, fepropathrin, fluazifop-p-butil, metribuzin e tebuconazole não reduzem a taxa de parasitismo de indivíduos  $F_1$  de *T. pretiosum* oriundos de ovos hospedeiros tratados contendo o parasitoide em suas diferentes fases imaturas, enquanto etofenprox é o composto mais prejudicial;

5) Novos estudos, em condições de casa-de-vegetação, necessitam ser realizados com os compostos avaliados nesse estudo, de forma que se possa confirmar sua toxicidade a essa espécie de parasitoide.

## Referências

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS: Brazilian Vegetable Yearbook. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2017, p. 48-51.

CARVALHO, G. A.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, G. C. Ação residual de alguns inseticidas pulverizados em plantas de tomateiro sobre duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em casa-de-vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 4, p. 770-775, 1999.

CÔNSOLI, F. L.; BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P. Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym., Trichogrammatidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 125, n. 1-2, p. 37-43, 2001.

CORDOVA, D.; BENNER, E. A.; SACHER, M. D.; RAUH, J. J.; SOPA, J. S.; JAHM, G. P.; SELBY, T. P.; STEVENSON, T. M.; FLEXNER, L.; GUTTERIDGE, S.; RHOADES, D. F.; WU, L.; SMITH, R. M.; TAO, Y. Anthranilic diamides: a new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 84, n. 3, p. 196-214, 2006.

CROFT, B. A. **Arthropod biological control agents and pesticides**. New York: Wiley-Interscience, 1990. 723 p.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.

GUIFEN, Z.; HIRAI, K. Effects of insecticides on developmental stages of *Trichogramma japonicum* in the laboratory. **Proceedings of the Kanto Tosan Plant Protection Society**, v. 44, n. 3, p. 197-200, 1997.

HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A. de; PREZOTTI, L. **Principais pragas do tomateiro e alternativas de controle**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1998. 50 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/132237>> Acesso em: 29 maio 2018.

HASSAN, S. A.; HAFEZ, M. B.; DEGRANDE, P. E.; HIRAI, K. The side-effects of pesticides on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae), acute dose-response and persistence tests. **Journal of Applied Entomology**, v. 122, n. 9-10, p. 569-573, 1998.

HASSAN, S. A.; BIGLER, F.; BOGENSCHÜTZ, H.; BOLLER, E.; BRUN, J.; CALIS, J. N. M.; COREMANS-PELSENEER, J.; DUSO, C.; GROVE, A.; HEIMBACH, U.; HELYER, N.; HOKKANEN, H.; LEWIS, G. B.; MANSOUR, F.; MORETH, L.; POLGAR, L.; SAMSOE-PETERSEN, L.; SAUPHANOR, B.; STÄUBLI, A.; STERK, G.; VAINIO, A.; van de VEIRE, M.; VIGGIANI, G.; VOGT, H. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-working group "pesticides and beneficial organisms". v. 39, n. 1, p. 107-119, 1994.

MOURA, A. P.; CARVALHO, G. A.; RIGITANO, R. L. O. Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura do tomateiro a *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 203-210, 2005.

\_\_\_\_\_. Efeito residual de novos inseticidas utilizados na cultura do tomateiro sobre *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Acta Scientiarum (Agronomy)**, v. 26, n. 2, p. 231-237, 2004.

PAZINI, J. B.; GRÜTZMACHER, A. D.; MARTINS, J. F. S.; PASINI, R. A.; RAKES, M. Selectivity of pesticides used in rice crop on *Telenomus podisi* and *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 3, p. 327-335, 2016.

QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. **Guia de identificação de *Trichogramma* para o Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 103 p. il.

QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. An illustrated key to the species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) recorded in Brazil. **Zootaxa**, v. 1073, p. 37-70, 2005.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analyses method for grouping means in the analyses of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SCHULD, M.; SCHMUCK, R. Effects of thiacloprid, a new chloronicotinil insecticide, on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae*. **Ecotoxicology**, v. 9, n. 3, p. 197-205, 2000.

STERK, G.; HASSAN, S.A.; BAILLOD, M.; BAKKER, F.; BIGLER, F.; BLÜMEL, S.; BOGENSSCHÜTZ, H.; BOLLER, E.; BROMAND, B.; BRUN, J.; CALLIS, J.N.M.; COREMANS-PELSENEER, J.; DUSO, C.; GARRIDO, A.; GROVE, A.; HEIMBACH, U.; HOKKANEN, H.; JACAS, J.; LEWIS, G.; MORETH, L.; POLGAR, L.; ROVERSTI, L.; SAMSE-PETERSEN, L.; SAUPHANOR, B.; SCHAUB, L.; STÄUBLI, A.; TUSET, J.J.; VAINIO, A.; van de VEIRE, M.; VIGGIANI, G.; VIÑUELA, E.; VOGT, H. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. **BioControl**, v. 44, n. 1, p. 99-117, 1999.

van de VEIRE, M.; STERK, G.; van der STAAIJ, M.; RAMAKERS, P.M.J.; TIRRY, L. Sequential testing scheme for the assessment of the side-effects of plant protection products on the predatory bug *Orius laevigatus*. **BioControl**, v. 47, n. 1, p. 101-113, 2002.

ZUCCHI, R. A.; QUERINO, R. B.; MONTEIRO, R. C. Diversity and hosts of *Trichogramma* in the new world, with emphasis in South America. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht ; London : Springer, 2010. p. 219-236. (Progress in biological control, 9).

